

La téléolfaction

HERVÉ THIS

À quand cette nouvelle forme de télécommunication ?

Souvenons-nous de l'essor de la musique, il y a un peu plus d'un siècle quand tous ceux qui disposaient d'un téléphone purent apprécier les virtuosités des grands interprètes. À l'époque, la transmission d'images semblait utopique, mais moins de 20 ans s'écoulèrent avant que P. Nipkow, en Allemagne, parvienne à transmettre des sensations visuelles : cette fois, les bénéficiaires furent les adeptes de Polymnie, Terpsichore, Erato, Melpomène et Thalie.

Quels royaumes de la transmission restent à conquérir ? La transmission de sensations tactiles est en passe d'être maîtrisée, grâce à des gants munis de cristaux piézoélectriques qui enregistrent ou qui exercent des pressions. Mais les odeurs ? Les saveurs ? Le retard de la téléolfaction et de la télégustation navre les gourmands.

Les sensations olfactives ou gustatives naissent de la liaison de molécules aromatiques ou sapides à des cellules réceptrices du nez et de la bouche. Pour transmettre de telles sensations à distance, on imagine deux possibilités. Soit on analyse l'activité électrique du cerveau engendrée par ces sensations, on transmet ces analyses à distance, et l'on stimule le cerveau du receveur à l'aide d'électrodes : c'est ainsi qu'André Holley et Anne-Marie Mouly, à l'Université de Lyon, ont obtenu des conditionnements de rats en excitant leur bulbe olfactif.

Soit on analyse les mélanges de molécules odorantes ou sapides comme on le fait pour les couleurs, en les rapportant à des stimuli arbitraires de base ; puis, à la réception, on mélange les molécules de base pour reproduire les sensations initiales.

Les capteurs d'arômes, parfois surnommés « nez artificiels », pourraient être des composants utiles pour la mise au point, encore lointaine, de tels systèmes. Nés des besoins de l'industrie agro-alimentaire, ces capteurs assurent déjà, dans quelques usines, l'évaluation objective des composés volatils émanant des produits. Il en existe plusieurs types.

LES NEZ ARTIFICIELS

À la Station INRA de Theix, Jean-Louis Berdagué et ses collègues ont mis au point un système de spectrométrie de masse qui analyse l'ensemble des composés volatils des échantillons. Les échantillons sont décomposés thermiquement sur une cupule chauffante ; les molécules de la fumée, fragmentées et ionisées, passent dans un spectromètre de masse : des champs électriques ou magnétiques dévient ces fragments électriquement chargés d'une quantité proportionnelle à leur masse et à leur charge électrique. Dans leur analyseur, les chercheurs de Theix obtiennent une signature du produit testé. Les résultats sont significatifs : d'après les signatures, l'analyseur retrouve

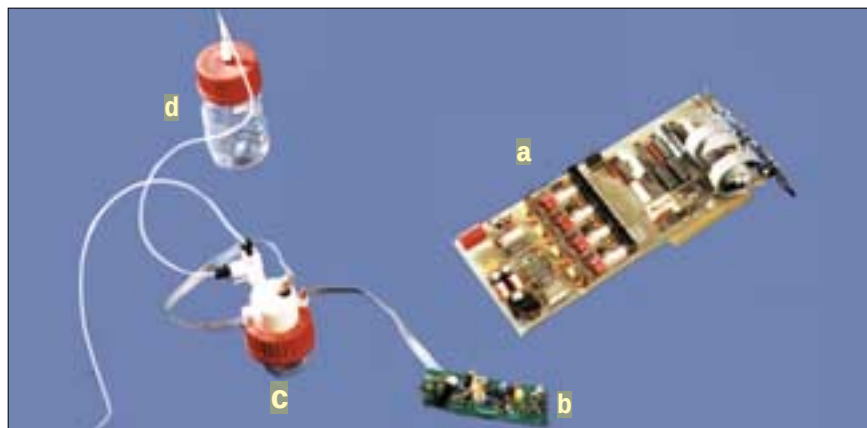
l'origine d'une huître venant des côtes de France (quel gastronome parviendrait au même résultat ?).

L'autre méthode est l'utilisation de semiconducteurs dopés sur lesquels viennent s'adsorber les composés volatils : la résistance électrique du semiconducteur dopé diminue avec l'adsorption momentanée et réversible des composés volatils. Comment utiliser de tels détecteurs ? Au Laboratoire INRA de Dijon, Patrick Mielle et ses collègues étudient des détecteurs composés d'un substrat céramique, chauffé par une résistance et sur lequel est déposé un semiconducteur, tel l'oxyde d'étain, dopé par des oxydes de zinc, de fer, de nickel ou de cobalt. Selon le dopage, les capteurs réagissent différemment aux molécules adsorbées : le passage d'un mélange de composés volatils sur ces réseaux de capteurs engendre une signature, qui est traitée informatiquement.

L'emploi de ces réseaux reste toutefois difficile. Tout d'abord, comme les signaux des divers capteurs évoluent lentement au cours du temps, les chercheurs dijonnais ont mis au point une cellule de transfert rapide des échantillons pour l'étalonnage et pour la caractérisation des capteurs, avant leur utilisation en réseau. D'autre part, on a observé que les capteurs réagissent très différemment selon la température : cette particularité, qui doit être maîtrisée lors des étalonnages, est un avantage, parce que des mesures effectuées à plusieurs températures permettent d'obtenir des réactions différentes d'un même capteur ; on multiplie ainsi, artificiellement, le nombre de capteurs utilisés.

Enfin, comme l'enregistrement des signaux et la reconnaissance des signatures des divers mélanges imposent un traitement numérique lourd, qui limite le nombre de capteurs à moins d'une dizaine, P. Mielle et ses collègues ont proposé d'enregistrer les signaux à divers instants après l'injection des échantillons dans la cellule de mesure : le nombre de points expérimentaux est multiplié d'autant.

Aujourd'hui les cellules de mesure récupèrent 80 pour cent des molécules en phase gazeuse, et les réseaux testés, composés de six capteurs, qui font des mesures à quatre températures, caractérisent des mélanges de composés volatils en une dizaine de secondes : les performances du nez humain ne sont plus inaccessibles.



L'ensemble du matériel pour une analyse automatique des odeurs : une carte électronique d'acquisition des données (a), une carte qui porte les capteurs (b), une cellule de mesure (c) et une cellule à échantillon (d).

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le 1^{er} juillet 1997, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.

Le champion du monde battu par l'ordinateur

Pour les informaticiens, c'est un triomphe ; pour les joueurs d'échecs, le succès est contestable.

Le 11 mai 1997 à 16h 30mn, à l'*Equitable Center* de New York, Garry Kasparov, champion du monde d'échecs, abandonne dans la sixième et dernière partie du match qui l'oppose au super ordinateur conçu par IBM, *DEEPER BLUE*. Cette défaite consacre la victoire de la machine sur l'homme par le score de 3,5 points à 2,5. Les programmeurs et leurs puces ont-ils définitivement pris le pas sur les meilleurs joueurs d'échecs du monde ? On peut en douter pour au moins trois raisons.

1- Il est incontestable que G. Kasparov est le meilleur joueur du monde quand il joue contre d'autres humains. En revanche, il est probable que nombre d'autres joueurs auraient réalisé une meilleure prestation contre *DEEPER BLUE* grâce à leur connaissance supérieure des faiblesses – relatives – de la machine.

2- Dans aucune des six parties, Kasparov n'a joué de manière naturelle. Joueur d'attaque redoutable lorsqu'il affronte Karpov, Anand ou Kramnik, ses principaux rivaux, il a été sans arrêt sur la défensive contre l'ordinateur, ce qui ne convient pas à son style. Mal conseillé par ses seconds – le Grand-Maître russe Dokhoïan et l'homme d'affaires allemand Fridel, qui ne connaissent pas

grand-chose au jeu des ordinateurs – il a été attentiste, espérant perturber le jeu de la machine et profiter ainsi de ses fautes éventuelles.

3- Kasparov a perdu rapidement la guerre psychologique contre son adversaire inhumain en lui supposant des qualités qu'il n'avait pas : l'infailibilité dans les calculs tactiques. Cette illusion lui fit abandonner la deuxième partie dans une position nulle (voir le diagramme 1).

DEEPER BLUE vient de jouer sa Tour de A8 en A6 au 45^e coup. Pratiquement sans réfléchir, Kasparov abandonne, estimant l'échange des Dames inévitable, après quoi la partie est effectivement gagnée pour les Blancs 45...Dxc6 46.dxc6 Tc8 47.Ta7+ etc., car les Noirs vont perdre le pion b5.

Il n'a pas pris le temps de calculer qu'après 45... Dé3! la machine gagne certes une pièce par 46.Dxd6, mais ne peut éviter un échec perpétuel après 46...Té8! Ce coup soustrait la Tour à l'attaque de la Dame blanche ; après quoi le Roi blanc ne pourra éviter les échecs de la Dame noire. Comment le champion a-t-il pu abandonner dans une position nulle, une première dans l'histoire des échecs ?

Simplement parce qu'il a « fait confiance à la machine » avec le syllogisme « s'il existait une ressource d'échec perpétuel pour les Noirs, *DEEPER BLUE* l'aurait forcément vue. Si *DEEPER BLUE* l'avait vue, il aurait joué un autre coup auparavant pour qu'une telle situation ne se produise pas. Donc il ne peut pas y avoir d'échec perpétuel, ce n'est pas la peine que je perde mon temps à calculer, la machine infailible l'a déjà fait, j'abandonne une position sans espoir ».

En fait on sait désormais que la machine avait une évaluation d'environ +1,5 – c'est-à-dire qu'elle pensait avoir un avantage d'un pion et demi – après avoir joué son 45^e coup Ta6. Elle n'avait donc pas vu l'échec perpétuel, ce qui démontrait à l'évidence qu'elle était capable de se tromper même dans l'évaluation de positions tactiques.

G. Kasparov qui a généralement un ascendant psychologique contre presque tous les joueurs humains craque nerveusement contre cet adversaire sans émotions. Après la 5^e partie, quand le score est égal 2,5 - 2,5, il déclare : « Je n'ai pas peur de dire que j'ai peur ». C'est la crainte au ventre que le cham-

GARRY KASPAROV, né le 13 avril 1963 à Bakou (Azerbaïdjan) – Grand-Maître à 17 ans et demi –, devient champion du monde en 1985 en battant son compatriote Anatoli Karpov. Il est le treizième champion du monde de l'ère moderne et le plus jeune à se parer de la couronne (22 ans et demi). Depuis il a défendu son titre quatre fois contre Karpov, une fois contre l'Anglais N. Short et l'Indien V. Anand.

G. Kasparov a un classement international (ELO) de 2820, ce qui est un record dans l'histoire du jeu de ces 26 dernières années. Il a prouvé que sa place de leader était incontestable en remportant récemment les tournois de Las Palmas et Linares (Espagne) devant tous les meilleurs joueurs mondiaux.

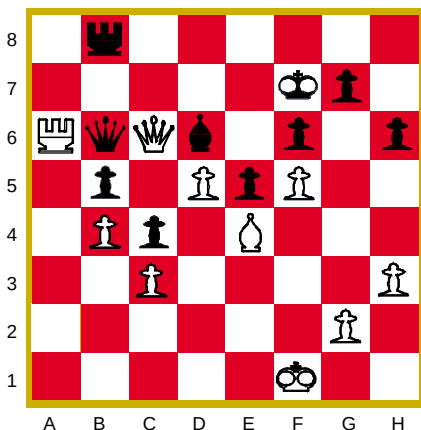
pion dispute la 6^e partie (avec les Noirs) qui aboutit à la plus cuisante défaite de sa carrière.

1. é4 c6 Kasparov n'a plus pratiqué ce coup en compétition depuis 12 ans ; il joue de manière non naturelle. Mais cette défense a la réputation d'être très solide.

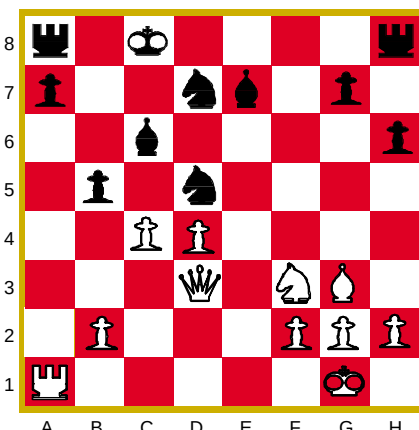
2. d4 d5 3. Cc3 dxé4 4. Cxé4 Cd7 le coup préféré de Karpov, le grand rival humain de Kasparov.

5. Cg5 Cf6 6. Fd3 é6 7. C1f3 h6? ! ce coup est très douteux. Sur les 16 dernières parties dans lesquelles il a été joué depuis 10 ans les Blancs en ont gagné 14 et les Noirs seulement 2.

8. Cxé6 ce sacrifice de pièce n'a pas été calculé par l'ordinateur, mais simplement lu dans sa mémoire. 8...fxe6 est plus fort que Dé7 joué par Kasparov.



1. Kasparov abandonne !



2. Kasparov (Noirs) abandonne après 19 coups !